

## (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2009年4月23日 (23.04.2009)

PCT

(10) 国际公布号  
WO 2009/049504 A1

(51) 国际专利分类号:  
*H03M 13/11 (2006.01)*

(21) 国际申请号: PCT/CN2008/071167

(22) 国际申请日: 2008年6月2日 (02.06.2008)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
200710163344.4

2007年10月19日 (19.10.2007) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中兴通讯股份有限公司(ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 徐俊(XU, Jun)

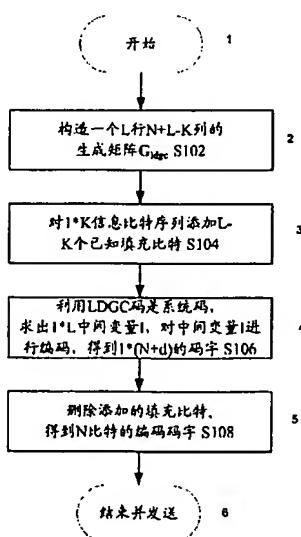
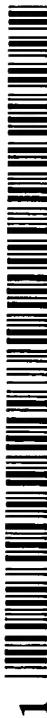
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN). 许进(XU, Jin) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN). 袁志锋(YUAN, Zhifeng) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN). 方源立(FANG, Yuanli) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN). 胡留军(HU, Liujun) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (CN).

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CODING THE LOW DENSITY GENERATOR MATRIX CODE

(54) 发明名称: 低密度生成矩阵码的编码方法及装置



(57) **Abstract:** A method and system for coding the low density generator matrix code. The coding method includes the following steps: S102, constructing generator matrix  $G_{ldgc}$  with L rows and N+L-K columns, wherein, the phalanx  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  which is consisted of L rows and the front L columns of the generator matrix  $G_{ldgc}$  is a upper triangular matrix or a lower triangular matrix, the K,L and N being positive integer, and K<L<N; S104, adding L-K known bits to the information bits sequence needing to be encoded which has the length of K, generating the information bits sequence m which has the length of L; S106, according to  $I \times G_{ldgc}(1:L, 1:L) = m$ , using the phalanx  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  which is consisted of L rows and the front L columns of the generator matrix  $G_{ldgc}$  and the information bits sequence m which has the length of L, generating the intermediate variable I, and according to  $C = I \times G_{ldgc}$ , using the generator matrix  $G_{ldgc}$  encoding the intermediate variable I, generating the coding sequence which has the length of N+L-K; and S108, deleting L-K known bits from the coding sequence which has the length of N+L-K, generating the coding sequence which has the length of N.

图 1 / FIG. 1

```

1 START
2 CONSTRUCTING A GENERATOR MATRIX Gldgc WITH L ROWS AND
N+L-K COLUMNS S102
3 ADDING L-K KNOWN BITS TO 1^K INFORMATION BITS SEQUENCE
S104
4 USING LDGC CODE IS SYSTEM CODE, DETERMINING
INTERMEDIATE VARIABLE I OF 1^K. ENCODING INTERMEDIATE
VARIABLE I GETTING CODE WORDS OF 1^(N+d) S106
5 DELETING ADDED FILLING BITS, GETTING CODED WORDS OF N
BITS S108
6 END AND TRANSMITTING

```

WO 2009/049504 A1

[见续页]



(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:  
— 包括国际检索报告。

---

(57) 摘要:

一种低密度生成矩阵码的编码方法及系统。该编码方法包括以下步骤: S102, 构造 L 行、N+L-K 列的生成矩阵  $G_{ldgc}$ , 其中, 生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc}$  (1:L, 1:L) 为上三角矩阵或下三角矩阵, K、L 和 N 为正整数, 且  $K < L < N$ ; S104, 对需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列添加 L-K 个已知比特, 生成长度为 L 的信息比特序列 m; S106, 根据  $I \times G_{ldgc}$  (1:L, 1:L) = m, 利用生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc}$  (1:L, 1:L) 和长度为 L 的信息比特序列 m 生成中间变量 I, 并根据  $C = I \times G_{ldgc}$ , 利用生成矩阵  $G_{ldgc}$  对中间变量 I 进行编码, 生成长度为 N+L-K 的编码序列; 以及 S108, 从长度为 N+L-K 的编码序列中删除 L-K 个已知比特, 生成长度为 N 的编码序列。

# 低密度生成矩阵码的编码方法及装置

## 技术领域

本发明涉及通信领域，更具体地涉及一种低密度生成矩阵码的编码方法及装置。

## 5 背景技术

擦除信道是一种重要的信道模型，例如，文件在因特网上传输时，是基于数据包通信的，通常每个数据包要么无差错地被接收端接收，要么根本就没有被接收端接收到。传输控制协议（Transmission Control Protocol，简称 TCP）中针对网络丢包的做法是检错重发机制，即利用输入端到输出端的反馈信道控制需要重新传送的数据包。当接收端检测到丢包时，产生一个重新发送控制信号，直到正确接收到完整数据包；而当接收端接收到数据包时，同样要产生一个接收确认信号。发送端也会跟踪每一个数据包直到接收到反馈回来的告知信号，否则就会重新发送。

基于流模式和文件下载模式的数据广播业务是点到多点的业务，不允许反馈，传统的检错重发机制无法使用，需要使用前向纠错（Forward Error Correction，简称 FEC）来保证可靠传输。经典的应用层 FEC 码包括 RS 码（Reed-Solomon codes）和数字喷泉码（Fountain codes）等。RS 码的编译码复杂度较高，一般只适用于码长比较小的情况。LT 码（Luby Transform codes）和 Raptor 码是两种可实际应用的数字喷泉码。LT 码具有线性的编码和译码时间，相对于 RS 码有着本质的提高，而 Raptor 码由于采用了预编码技术，因此具有更高的译码效率。在 3GPP 的多媒体广播组播业务（Multimedia Broadcast / Multicast Service，简称 MBMS）以及数字视频广播（Digital Video Broadcasting，简称 DVB）中都采用了 Raptor 码作为其 FEC 编码方案。

线性分组码是一组固定长度的码组，可以表示为 $(n, k)$ ，通常用于前向纠错。在编码时， $k$  个信息位被编成  $n$  位码组长度。由于 $(n, k)$  分组码的  $2^k$  个码字组成了一个  $k$  维子空间，所以该  $2^k$  个码字一定可以由  $k$  个线性无关的基底生成，若把该  $k$  个基底写成矩阵的形式，则有

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_{1,n-1} & g_{1,n-2} & \cdots & g_{1,0} \\ g_{2,n-1} & g_{2,n-2} & \cdots & g_{2,0} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{k,n-1} & g_{k,n-2} & \cdots & g_{k,0} \end{bmatrix}.$$

其中，(n, k)分组码中的任何码字都可以由这组基底的线性组合生成，即

$$\mathbf{C} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{G} = [m_1 \ m_2 \ \cdots \ m_{n-k}] \cdot \begin{bmatrix} g_{1,n-1} & g_{1,n-2} & \cdots & g_{1,0} \\ g_{2,n-1} & g_{2,n-2} & \cdots & g_{2,0} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{k,n-1} & g_{k,n-2} & \cdots & g_{k,0} \end{bmatrix}.$$

5 此处称  $\mathbf{G}$  为码的生成矩阵。显然，对于生成矩阵的各行来说，只要满足线性无关即可（没有考虑最小距离），而一个  $k$  维空间的基底可以任意选择  $k$  个线性无关的矢量，所以作为码的生成矩阵  $\mathbf{G}$  也不是唯一的，但不论采用哪一种形式，它们都生成相同的子空间，即同一个(n, k)分组码。

10 若编码后码字的前  $k$  位与信息位相同，则称该码为系统码。编码的过程就是由  $k$  个信息位生成  $n$  位码长的过程，通过增加  $n-k$  个校验位来达到检错和纠错的目的。

15 LT 码也是利用生成矩阵的稀疏性进行编码，但是同中兴低密度生成矩阵码（LDGC 码）相比，LT 码不支持系统码的编码方式，因此 LT 码难以满足某些实际的 FEC 编码需求；Raptor 码支持系统码，但是 Raptor 码需要单独的预编码过程，即需要一个预编码矩阵，因此编码的复杂度较高，而 LDGC 码是直接利用生成矩阵编码，不需要另外的预编码矩阵，且 LDGC 编码时利用了回代法求解上三角（或下三角）方程，因此编码复杂度远低于 Raptor 码。总而言之，同 LT 码相比 LDGC 的优势是支持系统码；同 Raptor 码相比 LDGC 的优势是编码复杂度更低。

## 20 发明内容

为了在降低编码复杂度的同时，获得较好的码性能，本发明提出了一种低密度生成矩阵码的编码方法及装置。

根据本发明的一个方面，提供了一种低密度生成矩阵的编码方法。根据

本发明实施例的低密度生成矩阵码的编码方法包括以下步骤：构造 L 行、 $N+L-K$  列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K、L、和 N 为正整数，且  $K < L < N$ ；对需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列添加 L-K 个已知比特，

5 生成长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$ ；根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L) = \mathbf{m}$ ，利用生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  和长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ，并利用根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为  $N+L-K$  的编码序列；从长度为  $N+L-K$  的编码序列中删除 L-K 个已知比特，生成长度为 N 的编码序列。

10 其中，在生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为左上三角矩阵或左下三角矩阵的情况下，将 L-K 个已知比特添加在需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之前。在生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为右上三角矩阵或右下三角矩阵的情况下，将 L-K 个已知比特添加在需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之后。其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量可以满足与 LT 码近似的度分布原则。

15 根据本发明的另一方面，提供了一种低密度生成矩阵的编码方法。根据本发明实施例的低密度生成矩阵码的编码方法包括以下步骤：构造 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K 和 N 为正整数，且  $K < N$ ；根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{s}$ ，利用需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列  $\mathbf{s}$  和生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ；根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，利用生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为 N 的编码码字。其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量可以满足与 LT 码近似的度分布原则。生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  可以为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。

20 根据本发明的另一方面，提供了一种低密度生成矩阵的编码装置。根据本发明实施例的低密度生成矩阵码的编码装置包括：矩阵生成单元，用于生成 L 行、 $N+L-K$  列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，将生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  输出至分组码编码单元，并将生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  输出至预编码单元，其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K、L、和 N 为正整数，且  $K < L < N$ ；比特填充单元，用于对需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列添加 L-K 个已知比特，

生成长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$ ，并将长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$  输出至预编码单元；预编码单元，用于根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc} (1: L, 1:L) = \mathbf{m}$ ，利用生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1: L, 1:L)$  和长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ，并将中间变量  $\mathbf{I}$  输出至分组码编码单元（该预编码单元 5 可以为一个解上和/或下三角方程的单元，有两个输入，一个是  $\mathbf{G}_{ldgc} (1: L, 1:L)$ ，另一个是  $\mathbf{m}$ ，有一个输出是  $\mathbf{I}$ ）；分组码编码单元，用于根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，利用生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为  $N+L-K$  的编码序列  $\mathbf{C}$ （该分组编码单元可以为一个矩阵乘法的单元，有两个输入，分别是  $\mathbf{G}_{ldgc}$  和  $\mathbf{I}$ ，有一个输出是  $\mathbf{C}$ ）；以及比特删除单元，用于从长度为  $N+L-K$  10 的编码序列中删除  $L-K$  个已知比特，生成长度为 N 的编码序列。

其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:L, 1:L)$  可以为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。在生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:L, 1:L)$  为左上三角矩阵或左下三 15 角矩阵的情况下，比特填充单元将  $L-K$  个已知比特填充在需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之前。在生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:L, 1:L)$  为右上三角矩阵或右下三角矩阵的情况下，比特填充单元将  $L-K$  个已知比特填充在需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之后。生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。

根据本发明的再一方面，提供了一种低密度生成矩阵码的编码装置。根 20 据本发明实施例的低密度生成矩阵码的编码装置包括：矩阵生成单元，用于生成 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K 和 N 为正整数，且  $K < N$ ；预编码单元，用于根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc} (1: K, 1:K) = \mathbf{s}$ ，利用需要进行编码的长 25 度为 K 的信息比特序列  $\mathbf{s}$  和生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ；以及分组码编码单元，用于根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，利用生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为 N 的编码码字。

其中，生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  可以为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。

30 通过本发明，可以在降低编码复杂度的同时，获得较好的码性能。

## 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

5       图 1 是根据本发明实施例的 LDGC 的编码方法的流程图；  
        图 2 是根据本发明实施例的 LDGC 的编码装置的框图；  
        图 3 是 LDGC 生成矩阵的示意图；  
        图 4 是根据本发明实施例的填充比特的 LDGC 码生成矩阵的实例；  
        图 5 是根据本发明另一实施例的 LDGC 的编码方法的流程图；  
10      图 6 是根据本发明另一实施例的 LDGC 的编码装置的框图；  
        图 7 是根据本发明另一实施例的无填充比特的 LDGC 码生成矩阵的实例；  
        图 8 是根据本发明另一实施例的 LDGC 的编码装置中的预编码单元的示意图；  
15      图 9 是根据本发明另一实施例的 LDGC 的编码装置中的分组编码单元的示意图。

## 具体实施方式

低密度生成矩阵码（Low Density Generator Matrix Code，简称 LDGC）是一种线性分组码，其生成矩阵中的非零元素通常是稀疏的。同时，LDGC 码还是一种系统码，其生成矩阵中的前  $k$  列组成的方阵通常是一个上三角或下三角矩阵，该矩阵求逆可以通过迭代的方法完成。LDGC 的编码是先利用系统码中信息位与中间变量的对应关系求出中间变量，然后再用中间变量乘以生成矩阵得到编码后的码字。LDGC 码的译码过程是先利用生成矩阵求得中间变量，然后根据信息位和中间变量的变换关系求出信息位。下面参考附图，详细说明本发明的具体实施方式。

参考图 1，说明对长度为  $K$  的信息比特序列进行编码，然后输出长度为

N 的编码后的码字比特序列给后续处理单元处理的过程。其中，校验位长度为  $M=N-K$ ，码率为  $r=K/N$ 。如图 1 所示，根据本发明实施例的 LDGC 的编码方法包括以下步骤：

S102，构造 L 行、 $N+L-K$  列的生成矩阵  $G_{ldgc}$ 。其中，该生成矩阵的前 5 L 列和所有行构成的方阵  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是上三角（或下三角矩阵）， $K$ 、 $L$ 、和  $N$  是给定的正整数，并且  $K < L < N$ 。

S104，对  $1*K$  信息比特序列  $s$  添加  $d=L-K$  个已知填充比特，构成  $1*L$  信息比特序列  $m$ 。

S106，由于 LDGC 是系统码，所以有  $I \times G_{ldgc}(1:L, 1:L) = m$ 。利用  $G_{ldgc}(1:10 L, 1:L)$  是一个上三角矩阵（或下三角矩阵），解方程求出  $1*L$  中间变量  $I$ ，并根据  $C = I \times G_{ldgc}$ ，对中间变量  $I$  进行编码，得到  $1*(N+d)$  的码字。

S108，对于上述步骤生成的  $1*(N+d)$  码字删除步骤 S104 中添加的填充比特，最终得到  $N$  比特的编码码字，发送出去。

其中，在生成矩阵的每一列中，元素 1 的个数（即，列重量）必须满足一定的度分布原则。生成矩阵的前  $L$  列和所有行组成的方阵可以是一个左上三角矩阵、左下三角矩阵矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵（如图 3 所示）。

其中，若  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是左上三角或左下三角矩阵，则对于初始长度为  $K$  的信息比特序列，添加  $d=L-K$  个已知填充比特到  $K$  个信息比特序列的前面。若  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是右上三角或右下三角矩阵，则对于初始长度为  $K$  的信息比特序列，添加  $d=L-K$  个已知填充比特到  $K$  个信息比特序列的后面。需要指出，添加填充比特的位置不局限于上述情况。

参考图 2，说明据本发明实施例的 LDGC 的编码装置。该 LDGC 的编码装置用于对输入的  $K$  比特的二进制信息比特流进行编码，然后输出  $N$  比特的二进制码字比特流给后续的处理单元。如图 2 所示，该 LDGC 的编码装置包括：

矩阵生成单元 202，用于生成一个  $L$  行、 $N+L-K$  列的生成矩阵  $G_{ldgc}$ 。其中，该生成矩阵的前  $L$  列和所有行构成的方阵  $G_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是上三角（或

下三角) 矩阵。矩阵生成器将  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  输出至后面的预编码单元，并且将  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:N+L-K)$  输出至后面的分组码编码单元。其中，K、L 和 N 是给定的正整数，并且  $K < L < N$ 。

5 比特填充单元 204，用于对  $1*K$  的输入信息比特流  $s$  添加  $d=L-K$  个已知填充比特，生成  $1*L$  的信息比特流  $\mathbf{m}$ ，并且输出到预编码单元。

预编码单元 206，用于对  $1*L$  的信息比特流  $\mathbf{m}$  进行解方程计算，生成  $1*L$  的中间变量  $\mathbf{I}$ ；并且输出到分组码编码器（如图 8 所示，预编码单元可以为一个解上和/或下三角方程的单元，有两个输入，一个是  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$ ，另一个是长度为  $L$  的信息比特序列  $\mathbf{m}$ ，输出是中间变量  $\mathbf{I}$ ）。

10 分组码编码单元 208，用于对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成  $1*(N+d)$  的二进制码字比特流  $\mathbf{C}$ ，并且输出至比特删除单元（如图 9 所示，分组编码单元可以为一个矩阵乘法的单元，有两个输入，一个是  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，另一个是长度为  $L$  的中间变量  $\mathbf{I}$ ，输出是编码后码字  $\mathbf{C}$ ）。

15 比特删除单元 210，用于删除比特填充单元中填充的  $d$  个填充比特，最终得到  $N$  比特的编码码字。

其中，矩阵生成单元根据以下原则确定生成矩阵：在生成矩阵的每一列中，元素 1 的个数（即，列重量）必须满足一定的度分布原则。生成矩阵的前  $L$  列和所有行组成的方阵是一个左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵（如图 3 所示）。

20 其中，在  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是左上三角或左下三角矩阵的情况下，比特填充单元将  $d=L-K$  个已知填充比特填充到  $K$  个信息比特序列的前面。在  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是右上三角或右下三角矩阵的情况下，比特填充单元将  $d=L-K$  个已知填充比特填充到  $K$  个信息比特序列的后面。需要指出，添加填充比特的位置不局限于上述情况。

25 其中，由于 LDGC 是系统码，有  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L) = \mathbf{m}$ ，所以预编码单元利用  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  是一个上三角矩阵（或下三角矩阵）解方程求出  $1*L$  的中间变量  $\mathbf{I}$ 。

其中，分组码编码单元根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，得到

1\*(N+d)的二进制码字流。

例如，例如，有一个  $1*K=1*24$  的二进制信息比特数据流  $s$  ( $s$  用 16 进制数可表示为 D8AB13) 要通过根据本发明实施例的编码装置编码生成 72 比特的 LDGC 编码码字，所以有  $K=24$ ,  $N=72$ 。

5 矩阵生成单元产生一个  $L=48$  行、 $N+L-K=96$  列的生成矩阵  $G_{ldgc}$ 。其中，  
 $G_{ldgc}$  采用与 LT 码近似的度分布准则， $G_{ldgc}$  的前  $L$  列和所有行组成的方阵  $G_{ldgc}$   
 $(1:L, 1:L)=G_{ldgc} (1:48, 1:48)$  是一个右上三角矩阵，如图 4 所示（其中，黑点表  
示元素 1，空白位置表示元素 0）。矩阵生成单元输出  $G_{ldgc} (1:L, 1:L)=G_{ldgc}$   
 $(1:48, 1:48)$  到后面的预编码单元，并且输出  $G_{ldgc} (1:L, 1:N+L-K)=G_{ldgc}$   
10  $(1:48, 1:96)$  到后面的分组码编码单元。

比特填充单元在  $1*K=1*24$  的输入信息比特流后面添加  $d=L-K=24$  个已知填充比特  $p$  ( $p$  用 16 进制可表示为 9A0C2C)，生成  $1*L=1*48$  的信息比特流  $m$  ( $m$  用 16 进制可表示为 D8AB139A0C2C)，并且输出到预编码单元。

15 预编码单元根据 LDGC 码是系统码的特点（由于 LDGC 码是系统码，  
所以有  $I \times G_{ldgc} (1:48, 1:48) = m$ ），利用  $G_{ldgc} (1:L, 1:L)=G_{ldgc} (1:48, 1:48)$  是一个右  
上三角矩阵，对输入的  $1*K=1*24$  的信息比特流  $s$  进行解方程计算，求出  
 $1*L=1*48$  的中间变量  $I$  ( $I$  用 16 进制可表示为 942DA94E0A24)，并且输出  
到分组码编码单元。

20 分组码编码单元根据  $C=I \times G_{ldgc}$ ，对输入的中间变量  $I$  进行编码，生成  
 $1*(N+d)=1*96$  的二进制码字  $c$  ( $c$  用 16 进制可表示为  
D8AB139A0C2CCD3AC516ED52)，输出到比特删除单元。

比特删除单元将添加的  $d=24$  个填充比特从  $1*(N+d)=1*96$  的二进制码  
字  $c$  中删除，最终得到  $N=72$  比特的编码码字（用 16 进制可表示为  
D8AB13CD3AC516ED52）发送出去。

25 为了降低编码复杂度，本发明提供另一种低密度生成矩阵码的编码方  
法。该编码方法区别于上述编码方法的地方在于，不进行比特填充和比特删  
除。参考图 5，说明对长度为  $K$  的信息比特序列进行编码，然后输出长度为  
 $N$  的编码后的码字比特序列给后续处理单元的过程。其中，校验位长度为  
 $M=N-K$ ，码率为  $r=K/N$ 。如图 5 所示，根据本发明另一实施例的 LDGC 的编

码方法包括以下步骤：

S502，构造 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ 。其中，该生成矩阵的前 K 列和所有行构成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  是上三角（或下三角）矩阵，K 和 N 是给定的正整数，并且  $K < N$ 。

5 S504，由于 LDGC 码是系统码，有  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K) = \mathbf{s}$ ，所以利用  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  是一个上三角矩阵（或下三角）矩阵，解方程求出  $1*K$  中间变量  $\mathbf{I}$ 。

S506，根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，得到  $1*N$  的码字。

其中，在生成矩阵的每一列中，元素 1 的个数（即，列重量）必须满足一定的度分布原则；生成矩阵的前 K 列和所有行组成的方阵是一个左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵（如图 3 所示）。  
10

参考图 6，说明根据本发明另一实施例的低密度生成矩阵码的编码装置。该编码装置用于对输入的 K 比特的二进制信息比特流进行编码，然后输出 N 比特的二进制码字比特流给后续的处理单元。如图 6 所示，该 LDGC 的编码装置包括：

15 矩阵生成单元 602，用于产生一个 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ 。其中，该生成矩阵的前 K 列和所有行组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  是上三角（或下三角）矩阵。矩阵生成单元将  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:K)$  输出至后面的预编码单元，并将  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:K, 1:N)$  输出至后面的分组码编码单元。其中， $K < N$ 。

20 预编码单元 604，用于对输入的  $1*K$  的信息比特流  $s$  进行解方程计算，生成  $1*K$  的中间变量  $\mathbf{I}$ ，并且输出到分组码编码单元（如图 8 所示，预编码单元可以为一个解上和/或下三角方程的单元，有两个输入，一个是  $\mathbf{G}_{ldgc} (1:L, 1:L)$ ，另一个是长度为 L 的信息比特序列  $m$ ）。

25 分组码编码单元 606，用于对输入的中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成  $1*N$  的二进制码字  $\mathbf{C}$ ，发送出去（如图 9 所示，分组编码单元可以为一个矩阵乘法的单元，有两个输入，一个是  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，另一个是长度为 L 的中间变量  $\mathbf{I}$ ）。

其中，矩阵生成单元根据以下原则确定生成矩阵：在生成矩阵的每一列中，元素 1 的个数（即，列重量）必须满足一定的度分布原则。生成矩阵的前 K 列和所有行组成的方阵是一个左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角

矩阵、或右下三角矩阵（如图 3 所示）。

其中，预编码单元根据 LDGC 码是系统码（由于 LDGC 码是系统码，所以有  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{s}$ ），利用  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  是一个上三角矩阵（或下三角矩阵）解方程，求出  $1*K$  的中间变量  $\mathbf{I}$ ，并输出。

5 其中，分组码编码单元根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，对中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，得到  $1*N$  的二进制码字流，并输出。

例如，有一个  $1*K=1*24$  的二进制信息比特数据流  $\mathbf{s}$  ( $\mathbf{s}$  用 16 进制数可表示为 D99274) 要通过根据本发明另一实施例的编码装置编码生成 72 比特的 LDGC 码，其中  $K=24$ ， $N=72$ 。

10 矩阵生成单元产生一个  $K=24$  行、 $N=72$  列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ 。其中， $\mathbf{G}_{ldgc}$  采用与 LT 码近似的度分布准则， $\mathbf{G}_{ldgc}$  的前  $K$  列和所有行组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{G}_{ldgc}(1:24, 1:24)$  是一个右上三角矩阵，如图 7 所示（其中，黑点表示元素 1，空白位置表示元素 0）。矩阵生成单元将  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{G}_{ldgc}(1:24, 1:24)$  输出至后面的预编码单元，并且将  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:N) = \mathbf{G}_{ldgc}(1:24, 1:72)$  15 输出至后面的分组码编码单元。

预编码单元根据 LDGC 码是系统码，有  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{s}$ ，利用  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{G}_{ldgc}(1:24, 1:24)$  是一个右上三角矩阵，对输入的  $1*K$  信息比特流  $\mathbf{s}$  进行解方程计算，生成  $1*K=1*24$  的中间变量  $\mathbf{I}$  ( $\mathbf{I}$  用 16 进制可表示为 B4B304)，并且输出到分组码编码单元。

20 分组码编码单元根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$  对输入的中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成  $1*N=1*72$  的二进制码字  $\mathbf{c}$  ( $\mathbf{c}$  用 16 进制可表示为 D99274A593CC1AC461) 发送出去。

需要指出的是， $\mathbf{G}_{ldgc}(1:48, 1:48)$  和  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:24, 1:24)$  虽然是以右上三角矩阵为例，但是对于其他的矩阵形式本发明也同样适用。相应地，添加填充比特的位置也不局限于上述情况。只要利用了系统码的特点得到中间向量，并通过中间向量产生编码输出，就能获得同样的技术效果。

此外，还需要指出，以上实施例中的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的度分布虽然以与

LT 码近似的度分布为例，但不局限于此，只要通过一定的度分布产生的低密度生成矩阵都能获得同样的技术效果。

纵上所述，本发明可以支持任意信息分组长度和任意码率编码，在性能上与 Raptor 码类似，都能接近理论最优性能。

5 以上所述仅为本发明的实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

## 权利要求书

1. 一种低密度生成矩阵码的编码方法，其特征在于，包括以下步骤：

构造 L 行、N+L-K 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，  
5 K、L、和 N 为正整数，且 K < L < N；

对需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列添加 L-K 个已知比特，生成长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$ ；

10 根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L) = \mathbf{m}$ ，利用所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  和所述长度为 L 的信息比特序列  $\mathbf{m}$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ，并根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，利用所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对所述中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为 N+L-K 的编码序列；以及

从所述长度为 N+L-K 的编码序列中删除所述 L-K 个已知比特，生成长度为 N 的编码序列。

15 2. 根据权利要求 1 所述的编码方法，其特征在于，在所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为左上三角矩阵或左下三角矩阵的情况下，将所述 L-K 个已知比特添加在所述需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之前。

20 3. 根据权利要求 1 所述的编码方法，其特征在于，在所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为右上三角矩阵或右下三角矩阵的情况下，将所述 L-K 个已知比特添加在所述需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之后。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的编码方法，其特征在于，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。

5. 一种低密度生成矩阵码的编码方法，其特征在于，包括以下步骤：

25 构造 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K 和 N 为正整数，且 K < N；

根据  $I \times G_{ldgc} (1: K, 1:K) = s$ , 利用需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列 s 和所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1:K, 1:K)$  生成中间变量 I; 以及

根据  $C = I \times G_{ldgc}$ , 利用所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  对所述中间变量 I 进行编码, 生成长度为 N 的编码码字。

6. 根据权利要求 5 所述的编码方法, 其特征在于, 所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1:K, 1:K)$  为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的编码方法, 其特征在于, 所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。

8. 一种低密度生成矩阵码的编码装置, 其特征在于, 包括:

15 矩阵生成单元, 用于生成 L 行、 $N+L-K$  列的生成矩阵  $G_{ldgc}$ , 将所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  输出至分组码编码单元, 并将所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1:L, 1:L)$  输出至预编码单元, 其中, 所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1:L, 1:L)$  为上三角矩阵或下三角矩阵, K、L、和 N 为正整数, 且  $K < L < N$ ;

比特填充单元, 用于对需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列添加  $L-K$  个已知比特, 生成长度为 L 的信息比特序列 m, 并将所述长度为 L 的信息比特序列 m 输出至所述预编码单元;

20 所述预编码单元, 用于根据  $I \times G_{ldgc} (1: L, 1:L) = m$ , 利用所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1: L, 1:L)$  和所述长度为 L 的信息比特序列 m 生成中间变量 I, 并将所述中间变量 I 输出至所述分组码编码单元;

25 所述分组码编码单元, 用于根据  $C = I \times G_{ldgc}$ , 利用所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  对所述中间变量 I 进行编码, 生成长度为  $N+L-K$  的编码序列; 以及

比特删除单元, 用于从所述长度为  $N+L-K$  的编码序列中删除所述  $L-K$  个已知比特, 生成长度为 N 的编码序列。

9. 根据权利要求 8 所述的编码装置, 其特征在于, 所述生成矩阵  $G_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $G_{ldgc} (1:L, 1:L)$  为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。

10. 根据权利要求 9 所述的编码装置，其特征在于，在所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为左上三角矩阵或左下三角矩阵的情况下，所述比特填充单元将所述 L-K 个已知比特填充在所述需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之前。

5 11. 根据权利要求 9 所述的编码装置，其特征在于，在所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 L 行、前 L 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:L, 1:L)$  为右上三角矩阵或右下三角矩阵的情况下，所述比特填充单元将所述 L-K 个已知比特填充在所述需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列之后。

12. 根据权利要求 8 至 11 中任一项所述的编码装置，其特征在于，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。  
10

13. 一种低密度生成矩阵码的编码装置，其特征在于，包括：

矩阵生成单元，用于生成 K 行、N 列的生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$ ，其中，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  为上三角矩阵或下三角矩阵，K 和 N 为正整数，且 K<N；

15 预编码单元，用于根据  $\mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K) = \mathbf{s}$ ，利用需要进行编码的长度为 K 的信息比特序列  $\mathbf{s}$  和所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  生成中间变量  $\mathbf{I}$ ；以及

分组码编码单元，用于根据  $\mathbf{C} = \mathbf{I} \times \mathbf{G}_{ldgc}$ ，利用所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  对所述中间变量  $\mathbf{I}$  进行编码，生成长度为 N 的编码码字。

20 14. 根据权利要求 13 所述的编码装置，其特征在于，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的 K 行、前 K 列组成的方阵  $\mathbf{G}_{ldgc}(1:K, 1:K)$  为左上三角矩阵、左下三角矩阵、右上三角矩阵、或右下三角矩阵。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的编码装置，其特征在于，所述生成矩阵  $\mathbf{G}_{ldgc}$  的列重量满足与 LT 码近似的度分布原则。

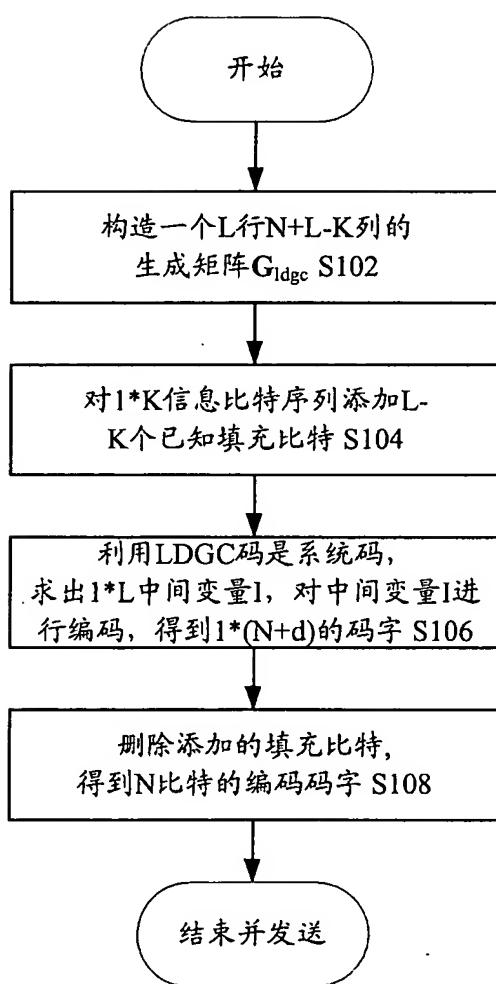


图 1

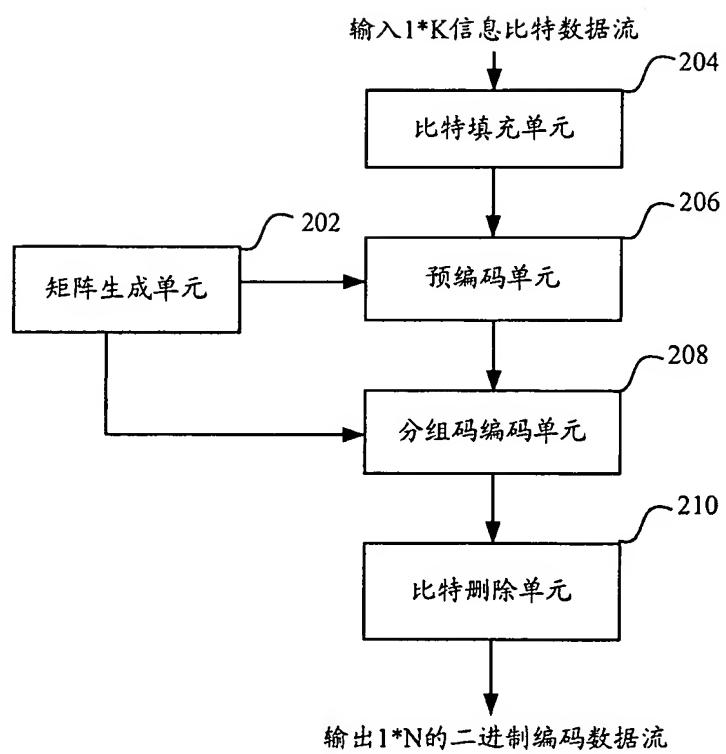


图 2

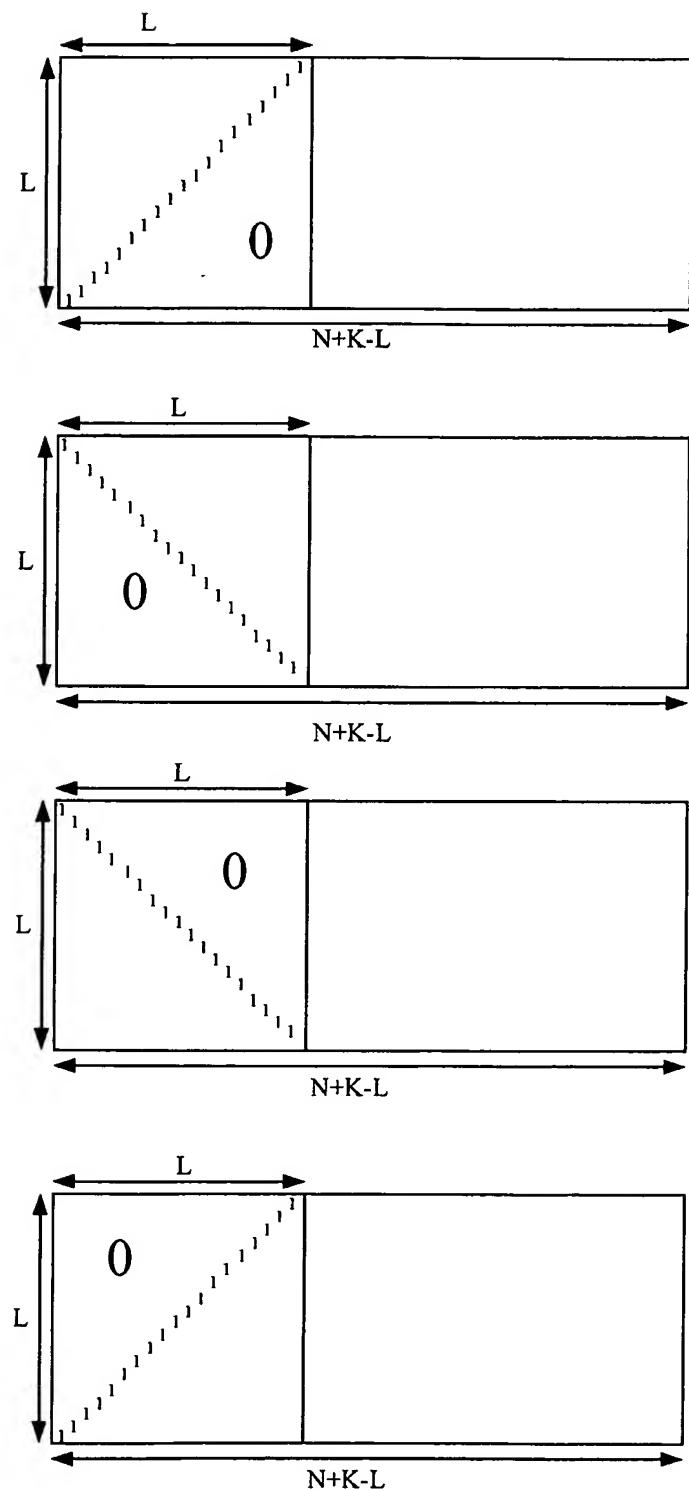


图 3

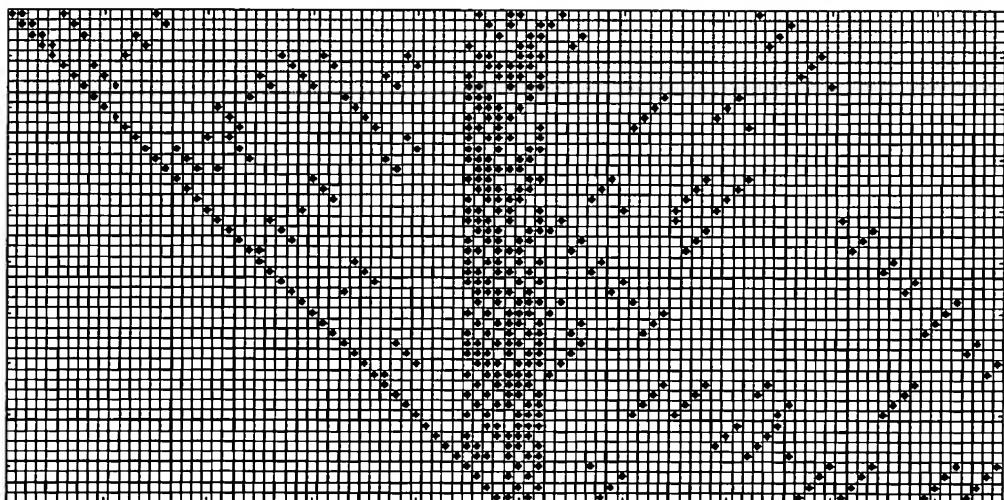


图 4

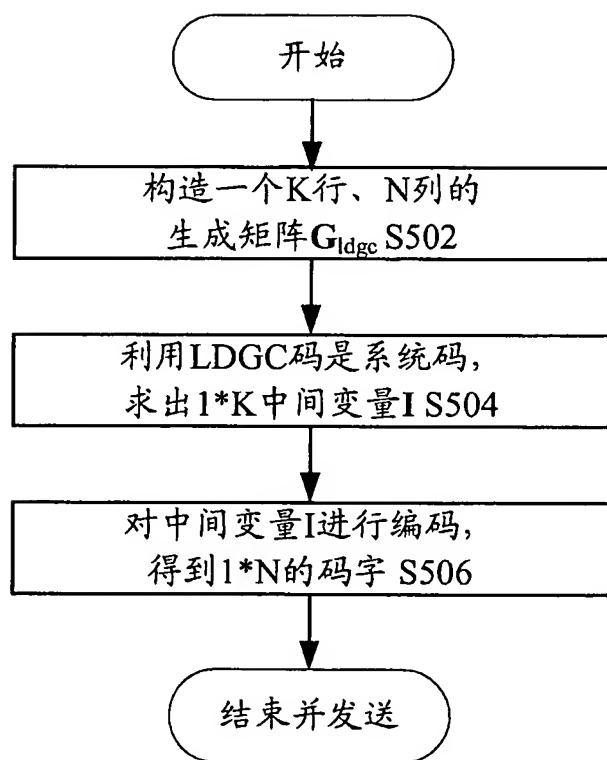


图 5

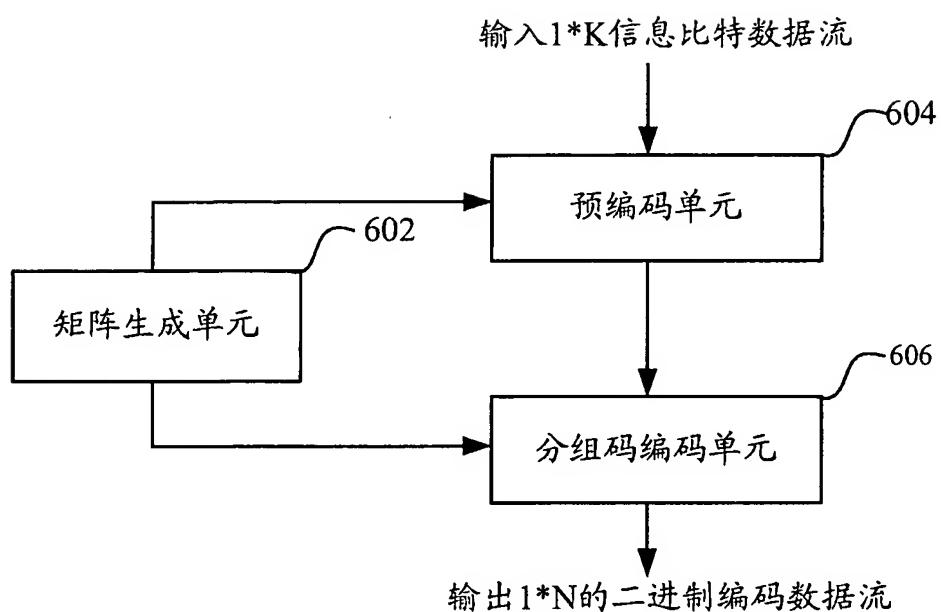


图 6

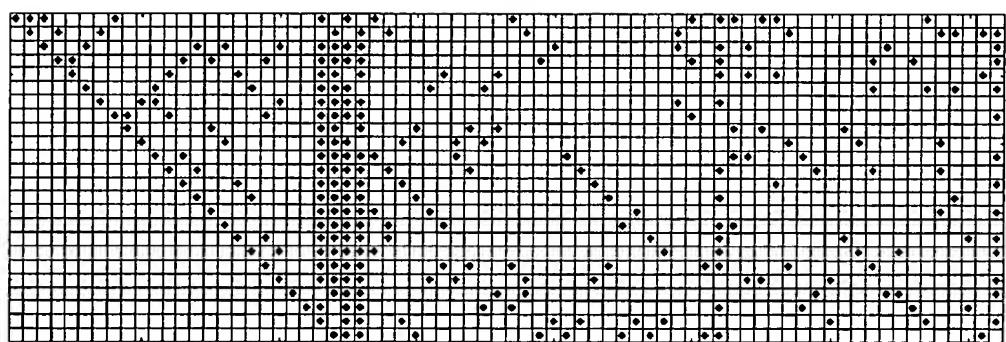


图 7

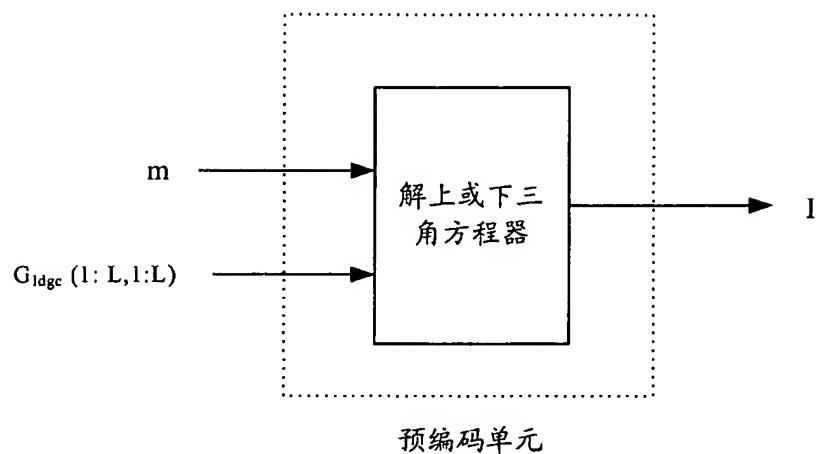


图 8

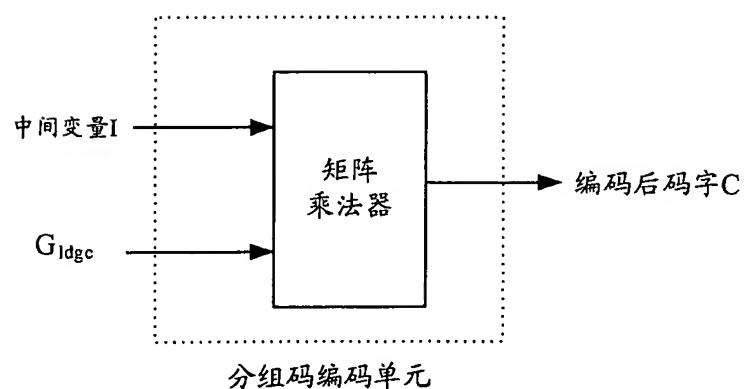


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2008/071167

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M 13/11(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:H03M 13/-; H04L 1/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT;CNKI;WPI;EPODOC;PAJ low; density; information; bit; coding ; encod+; matrix; triangle; add+; fill+; delet+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1783730A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 07 Jun. 2006(07.06.2006) the whole document	I-15
A	CN1614896A (UNIV SHANGHAI COMMUNICATING) 11 May 2005(11.05.2005) the whole document	I-15
A	CN1732626A (INTEL CORP) 08 Feb. 2006 (08.02.2006) the whole document	I-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 Aug. 2008(29.08.2008)

Date of mailing of the international search report  
**18 Sep. 2008 (18.09.2008)**

Name and mailing address of the ISA/CN  
The State Intellectual Property Office, the P.R.China  
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China  
100088  
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

**ZHANG,Yan**

Telephone No. (86-10)62411651

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2008/071167

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1783730A	07.06.2006	EP1667328 A1 JP2006157926 A US20060156183 A1 KR20060061145 A AU2005239662 A1 EP1667328 B1 DE602005002815 E E AU2005239662B B2	07.06.2006 15.06.2006 13.07.2006 07.06.2006 15.06.2006 10.10.2007 22.11.2007 03.04.2008
CN1614896A	11.05.2005	CN100385796C	30.04.2008
CN1732626A	08.02.2006	US20040128607 A1 WO2004062112 A2 AU2003302335 A1 EP1579580 A2 WO2004062112 A3	01.07.2004 22.07.2004 29.07.2004 28.09.2005 02.09.2004

## 国际检索报告

国际申请号  
PCT/CN2008/071167

## A. 主题的分类

H03M 13/11(2006.01) i

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H03M 13/-; H04L 1/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT;CNKI;WPI;EPODOC;PAJ 低; 密度; 信息; 比特; 编码; 矩阵; 三角; 添加; 填充; 删除; low; density; information; bit; coding; encod+; matrix; triangle; add+; fill+; delet+

## C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN1783730A(三星电子株式会社) 07.6月 2006(07.06.2006) 全文	I-15
A	CN1614896A(上海交通大学) 11.5月 2005(11.05.2005) 全文	I-15
A	CN1732626A(英特尔公司) 08.2月 2006 (08.02.2006) 全文	I-15

 其余文件在 C 栏的续页中列出。 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期 29.8月 2008(29.08.2008)	国际检索报告邮寄日期 18.9月 2008 (18.09.2008)
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蔚蓝门桥西土城路6号 100088 传真号: (86-10)62019451	受权官员 张妍 电话号码: (86-10) 62411651

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2008/071167**

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1783730A	07.06.2006	EP1667328 A1 JP2006157926 A US20060156183 A1 KR20060061145 A AU2005239662 A1 EP1667328 B1 DE602005002815E E AU2005239662B B2	07.06.2006 15.06.2006 13.07.2006 07.06.2006 15.06.2006 10.10.2007 22.11.2007 03.04.2008
CN1614896A	11.05.2005	CN100385796C	30.04.2008
CN1732626A	08.02.2006	US20040128607 A1 WO2004062112 A2 AU2003302335 A1 EP1579580 A2 WO2004062112 A3	01.07.2004 22.07.2004 29.07.2004 28.09.2005 02.09.2004